

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月27日
Date of Application:

出願番号 特願2003-086719
Application Number:
[ST. 10/C]: [J.P. 2003-086719]

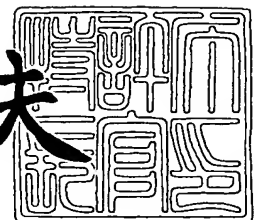
出願人 東京工業大学長
Applicant(s):



2004年 3月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3021078



【書類名】 特許願

【整理番号】 U2002P297

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G21C 1/07
G21C 15/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都目黒区大岡山 2 丁目 1 2 番 1 号
東京工業大学 原子炉工学研究所内

【氏名】 加藤 恭義

【発明者】

【住所又は居所】 東京都目黒区大岡山 2 丁目 1 2 番 1 号
東京工業大学 原子炉工学研究所内

【氏名】 武藤 康

【特許出願人】

【識別番号】 391012316

【氏名又は名称】 東京工業大学長

【代理人】

【識別番号】 100064414

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯野 道造

【電話番号】 03-5211-2488

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105601

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 炉心冷却構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

球状燃料が充填された環状炉心を有し、前記環状炉心の反応熱を、ヘリウム又は二酸化炭素からなる冷却ガスにより輸送するペブルベッド型高温ガス炉に適用される炉心冷却構造であって、

前記環状炉心の外側を覆う外側黒鉛円筒に設けられた、前記冷却ガスを前記環状炉心に流入させる冷却ガス流入スリットと、

前記環状炉心の内側を覆う内側黒鉛円筒に設けられた、前記冷却ガスを前記環状炉心から流出させる冷却ガス流出スリットと、

前記外側黒鉛円筒の外側に設けられ、最下部において前記冷却ガスの入口配管が接続された環状冷却ガス流路と、

前記内側黒鉛円筒の内側に設けられ、最下部において前記冷却ガスの出口配管が接続された内側冷却ガス流路と、

を備えたことを特徴とする炉心冷却構造。

【請求項 2】

前記環状冷却ガス流路は、最上部でつながった二重環状の流路であり、前記流入配管から流入した前記冷却ガスを、外側の環状ガス流路を通じて最上部まで導いた後に、内側の環状ガス流路を通じて流下させながら、前記冷却ガス流入スリットから前記環状炉心に導入すること、

を特徴とする請求項 1 に記載の炉心冷却構造。

【請求項 3】

前記環状炉心の高さ方向の出力密度分布に応じて、前記冷却ガス流入スリットの開口面積の割合を、前記環状炉心の高さに基づいて調整し、前記環状炉心の高さ方向で流出スリット部の冷却ガス温度分布を均一に保つようにしたこと、

を特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の炉心冷却構造。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原子力による発電又は熱利用に関するものであり、殊にペブルベッド型高温ガス炉の環状炉心における炉心冷却構造に関する。

【0 0 0 2】**【従来の技術】**

ペブルベッド型高温ガス炉は、二酸化ウラン等の小径で球状の核燃料粒子に、黒鉛セラミック被覆を多重に施し、これを約 1 5, 0 0 0 粒程度集めて黒鉛粉末等と混合し、直径 6 c m 程度の球状に焼き固めた球状燃料（ペブル燃料）を用いた、安全性に優れた高温ガス炉であり、炉心の熱により、9 0 0 ℃程度の高温に昇温された冷却ガスによって、熱エネルギーをプラント等に供給することができる。この冷却ガスとしては、ヘリウムまたは二酸化炭素が用いられている。

【0 0 0 3】

このようなペブルベッド型高温ガス炉では、炉心の温度が、どんな場合でも 1 6 0 0 ℃以上に上昇することがなく、燃料を覆っている黒鉛の融点が 3 0 0 0 ℃であることから、炉心溶融の心配がなく安全性に優れている。このため、例えば軽水炉のような格納容器も不要となり、炉の構造も単純であることと、材料や部品が原子炉特注品でなく、火力発電用のものでよいことにより、建設費も格段に抑えることが可能であり、日本をはじめ、アメリカ、フランス、ドイツ、オランダ、中国、南アフリカ共和国、ロシア等で設計開発が進められている。

【0 0 0 4】

ペブルベッド型高温ガス炉から供給される熱の利用方法としては、ガスタービン駆動させて発電に用いることや、高温の冷却ガスを用いた水素の製造法である熱化学法 I S (I o d i n e - S u l f u r) プロセスに利用すること等の研究が進められている。

【0 0 0 5】

このようなペブルベッド型高温ガス炉の例として特許文献 1 には、漏斗状の底部斜面から冷却ガスを導入して、破損した球状燃料の破片が冷却ガスの導入部に詰まることを防止するペブルベッド型高温ガス炉が開示されている。

【0 0 0 6】

【特許文献 1】

特表 2000-505191 号公報（請求項 1、図 1）

【0007】

特許文献 1 に記載のペブルベッド型高温ガス炉によると、冷却ガスは、漏斗状の底部斜面に設けられた冷却ガス導入部から、炉心上部に向けて上昇流として垂直方向に流れる構成となっている。

【0008】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら特許文献 1 に記載のペブルベッド型高温ガス炉には以下のような課題があった。特許文献 1 に記載のペブルベッド型高温ガス炉において、冷却ガスが炉心を上昇流として垂直に通過する際の圧力損失は、全圧力損失のうち、大きな割合を占め、冷却ガスを輸送する際の大きな動力損失となっており、このことはシステム全体の熱効率を押し下げることとなっていた。したがって、本発明が解決しようとする課題は、ペブルベッド型高温ガス炉において、炉心を冷却する冷却ガスの圧力損失を低減させることにある。

【0009】

また、ペブルベッド型高温ガス炉を含め、高温ガス炉の熱効率は、高温ガス炉の出口における冷却ガス温度を上げるほど高くなるが、高温ガス炉を構成する構造材の耐熱温度により制限されることとなる。この耐熱温度のため、一般に、高温ガス炉の出口における冷却ガス温度は 850～950℃に設定されている。本発明のペブルベッド型高温ガス炉のように、冷却ガスを炉心の横方向から流入させる場合、冷却ガス流出スリットから流出する冷却ガス温度の許容最高温度はこの耐熱温度で決まる。しかしながら、高温ガス炉の出口における冷却ガス温度は、冷却ガス流出スリットから流出した冷却ガスを混合した平均温度となるため、高温ガス炉の出口における冷却ガス温度を耐熱温度付近まで高めるためには、冷却ガス流出スリットから流出する冷却ガス温度を、総じて耐熱温度付近にする必要がある。したがって、本発明が解決しようとする他の課題は冷却ガス流出スリットから流出する冷却ガスの温度を平均化させることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明は前記課題を解決するために成されたものであり、以下の構成を採用する。

【0 0 1 1】

本発明の炉心冷却構造は、環状炉心の外側を覆う外側黒鉛円筒に設けられた、冷却ガスを前記環状炉心に流入させる冷却ガス流入スリットと、環状炉心の内側を覆う内側黒鉛円筒に設けられた、冷却ガスを環状炉心から流出させる冷却ガス流出スリットと、外側黒鉛円筒の外側に設けられ、最下部において前記冷却ガスの流入配管が接続された環状冷却ガス流路と、内側黒鉛円筒の内側に設けられ、最下部において冷却ガスの流出配管が接続された内側冷却ガス流路と、を備えたことを特徴としている。

【0 0 1 2】

このような構成による炉心冷却構造によると、冷却ガスを冷却ガス流入スリットから冷却ガス流出スリットに水平方向に流すことが可能となり、流路断面積が増加するとともに、炉心内の流れの距離が短縮され、圧力損失を大幅に減少することができる。

【0 0 1 3】

また、本発明の炉心冷却構造は、前記特徴にあわせて、環状冷却ガス流路が最上部でつながった二重環状の流路であり、前記流入配管から流入した前記冷却ガスを、外側の環状ガス流路を通じて最上部まで導いた後に、内側の環状ガス流路を通じて流下させながら、前記冷却ガス流入スリットから前記環状炉心に導入することとしてもよい。

【0 0 1 4】

このような構成による炉心冷却構造によると、出力密度の高い領域において、冷却ガス流入スリットから流入する冷却ガス流量を多くすることができ、効率的に炉心を冷却することができる。

【0 0 1 5】

また、本発明の炉心冷却構造は、前記特徴にあわせて、前記環状炉心の高さ方向の熱発生分布に応じて、前記冷却ガス流入スリットの開口面積の割合を、前記

環状炉心の高さに基づいて調整し、前記環状炉心の高さ方向の温度分布を均一に保つようにすることが好ましい。

【0016】

このような構成による炉心冷却構造によると、冷却ガス流入スリットから流入する冷却ガスを、炉心の高さ方向の出力分布に合わせて、流量調整を行うことができ、冷却ガス流出スリットから流出する冷却ガスの温度を均一にすることができるため、ペブルベッド型高温ガス炉の出口から流出する冷却ガスの温度を、高温ガス炉を構成する構造材の耐熱温度付近まで上昇させることが可能になる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付した図面に基づいて説明する。しかしながら本発明は、特に特定の記載のない限り、この実施の形態に記載される構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などに限定されるものではなく、本発明の範囲内において修正、変更を加えることができるのは勿論である。

【0018】

なお、本実施の形態では、ペブルベッド型高温ガス炉の設計条件が、熱出力 400 MW、原子炉入口冷却ガス温度 300℃、原子炉出口冷却ガス温度 950℃、冷却ガス全圧 4 MPa であるペブルベッド型高温ガス炉の 2 つの実施例、及び比較に用いる従来型のペブルベッド型高温ガス炉について後記するシミュレーションによる解析を行う。また、環状炉心の形状は、すべて外半径 2.25 m、内半径 1.35 m、高さ 9.4 m の円筒形とした。

【0019】

[第 1 実施例]

(機器の構成の説明)

図 1 は、本発明に係る、ペブルベッド型高温ガス炉の第 1 実施例を模式的に表した図である。初めに、本実施例のペブルベッド型高温ガス炉の構成について説明する。

【0020】

図 1 に示した、ペブルベッド型高温ガス炉は、コンクリート等から作られた外

殻圧力容器 1 a と、冷却ガスを後記する燃料充填領域 4 a に流入させるために冷却ガス流入スリット 9 a が開けられた外側黒鉛円筒 2 a と、冷却ガスを燃料充填領域 4 a から流出させるために冷却ガス流出スリット 10 a が開けられた内側黒鉛円筒 3 a と、外側黒鉛円筒 2 a と内側黒鉛円筒 3 a により区画され、球状燃料（ペブル燃料）が円筒状に充填されたペブルベッド型高温ガス炉の環状炉心である燃料充填領域 4 a と、外殻圧力容器 1 a と外側黒鉛円筒 2 a に挟まれた環状の空間であり、流入した冷却ガスが上方に流れながら冷却ガス流入スリット 9 a から燃料充填領域 4 a に流入する流路となっている環状冷却ガス流路 5 a と、内側黒鉛円筒 3 a の内側の円柱状の空間であり、冷却ガス流出スリット 10 a を通して燃料充填領域 4 a から流出した冷却ガスが下方に流れる流路となっている内側冷却ガス流路 6 a と、環状冷却ガス流路 5 a の最下部に接続された冷却ガス入口配管 7 a と、冷却ガス下降流路 6 a の最下部に接続された冷却ガス出口配管 8 a と、から主に構成されている。

【0021】

また、冷却ガス入口配管 7 a と冷却ガス出口配管 8 a は、図示しないガスタービン設備や、熱化学プラント等に接続されて、当該ペブルベッド型高温ガス炉で発生する熱を供給している。

【0022】

ここで、外側黒鉛円筒 2 a の冷却ガス流入スリット 9 a と、内側黒鉛円筒 3 a の冷却ガス流出スリット 10 a の形状について詳しく説明する。図 3 は、本実施例における、外側黒鉛円筒 2 a を正面から見た図とその断面図を示している。図 2 に示したように、外側黒鉛円筒 2 a の表面には上部から下部にわたって、24 本の冷却ガス流入スリット 9 a が設けられている。冷却ガス流入スリット 9 a の幅は、後記するシミュレーションの結果に基づき、外側黒鉛円筒 2 a の高さに応じて決められている。

【0023】

また、内側黒鉛円筒 3 a についても、前記した外側黒鉛円筒 2 a の冷却ガス流入スリット 9 a と同様に、内側黒鉛円筒 3 a の高さに応じて幅を変えた冷却ガス流出スリット 10 a が、上部から下部にわたって設けられている。

【0024】

(冷却ガスの流れ)

次に、図1を参照して冷却ガスの流れを詳しく説明する(図3参照のこと)。
初めに、冷却ガス入口配管7aより原子炉压力容器1aの内部に流入した冷却ガスは、環状冷却ガス流路5aの中を上昇しつつ、外側黒鉛円筒2aに設けられた冷却ガス流入スリット9aを通して燃料充填領域4aに入る。

【0025】

次に、冷却ガス流入スリット9aから燃料充填領域4aに流入した冷却ガスは、充填された球状燃料の空隙を通過して反応熱を吸収し、昇温されて冷却ガス流出スリット10aから内側冷却ガス流路6aに流出する。内側冷却ガス流路6aに流出した冷却ガスは、内側冷却ガス流路6aの最下部に接続された冷却ガス出口配管8aから外殻压力容器1aの外部に流出して、図示しないガスタービンや熱化学プラントの熱源として供されることとなる。

【0026】

(圧力損失の低減効果の算出)

燃料充填領域4aを通過する冷却ガスの圧力損失は、冷却ガスの流速と、流れ方向距離によって決められ、冷却ガス流速の2乗に比例し、流れ方向の距離に比例する。ここで、冷却ガスの流速はスリットの開口面積に逆比例するため、冷却ガスの圧力損失は、スリットの開口面積の2乗に逆比例すると言い換えられる。本実施例では、流路面積は、外側黒鉛円筒2aの面積が $2 \times 2.25 \text{ m} \times \pi \times 9.4 \text{ m} = 133 \text{ m}^2$ であり、内側黒鉛円筒3aの面積が $2 \times 1.35 \text{ m} \times \pi \times 9.4 \text{ m} = 80 \text{ m}^2$ であることから、平均して 106 m^2 であり、冷却ガスの流れ方向の距離は、燃料充填領域4aの幅である $2.25 \text{ m} - 1.35 \text{ m} = 0.9 \text{ m}$ である。

【0027】

一方、例えば図5に示した従来の炉心冷却構造を持つ、ペブルベッド型高温ガス炉では、燃料充填領域4cの大きさを図1に示した本実施例のペブルベッド型高温ガス炉と同じ、外半径 2.25 m 、内半径 1.35 m 、高さ 9.4 m の円筒形とすると、流路面積は $2.25 \text{ m} \times 2.25 \text{ m} \times \pi - 1.35 \text{ m} \times 1.35 \text{ m}$

$\times \pi = 10.2 \text{ m}^2$ であり、流れ方向の距離は燃料充填領域の高さである 9.4 mである。

【0028】

ペブル燃料の充填率が同じであるとする、冷却ガスの圧力損失は、「流れ方向の距離／流路面積の2乗」に比例するため、両者の比較のため比例定数を無視して考えると、本実施の形態におけるペブルベッド型高温ガス炉の圧力損失は $0.9 \text{ m} / (106 \text{ m}^2 \times 106 \text{ m}^2) = 8 \times 10^{-5}$ であり、図5に示した従来のペブルベッド型高温ガス炉の圧力損失は $9.4 \text{ m} / (10.2 \text{ m}^2 \times 10.2 \text{ m}^2) = 9 \times 10^{-2}$ である。従って圧力損失の比は 1 : 1125 となり、本実施例におけるペブルベッド型高温ガス炉は従来のペブルベッド型高温ガス炉に比べ約 1000 分の 1 まで圧力損失を低減できることが期待される。

【0029】

(スリット間隔の選定)

燃料充填領域の出力密度は高さ方向に分布していることが知られており、冷却ガス流出スリット 10 a における冷却ガスの温度分布を均一にするためには、冷却ガス流入スリット 9 a から冷却ガス流出スリット 10 a に向かって流れる冷却ガスの流量を出力密度に応じて調節する必要がある。2次元熱流動解析により、炉心の出力密度分布をシミュレートした結果、図2に示すように、上から5段階に 4.0 MW/m^3 、 7.0 MW/m^3 、 5.4 MW/m^3 、 3.0 MW/m^3 、 1.5 MW/m^3 となった。このことから、燃料充填領域の出力密度は、上から約 1/3 の高さの所にピークがあり、最上部及び最下部に向けて出力密度が小さくなっていることがわかる。

【0030】

この2次元熱流動解析の結果に基づいて本実施例では、図3に示すように、外側黒鉛円筒を高さ方向で5分割し、分割した各段に出力分布に応じた幅のスリットを設け、円周方向には、角度が15度ごとに同じ幅のスリットを24個設けることとした。スリットの幅は、上から順に、5.5 mm、9.4 mm、7.1 mm、4.9 mm、3.2 mmとした。

【0031】

(シミュレーション結果)

上記の条件において、本実施例のペブルベッド型高温ガス炉のシミュレーション解析を行った結果、冷却ガス流出スリットから流出する冷却ガスの温度は 911℃から 981℃の間に入り良好な冷却ガスの温度分布を得ることができた。

【0032】

また、燃料充填領域 4a を冷却ガスが通過する際の圧力損失は、1.92 KPa となった。この値は、冷却ガス全圧 4 MPa の 0.05% に過ぎない非常に小さな値である。このシミュレーション解析の結果により、スリット幅を適当な値に設定することにより、燃料充填領域を通過後の冷却ガスの温度をほぼ一定に保ちながら、燃料充填領域 4a における冷却ガスの圧力損失を大幅に減少させることが可能であることがわかった。一方、冷却ガスを燃料充填領域の上部から下部方向に流す従来のペブルベッド型高温ガス炉では、燃料充填領域での圧力損失は冷却ガス全圧 4 MPa の約 10% に相当する約 400 KPa であった。このことより、本実施例における炉心冷却構造により、燃料充填領域での圧力損失を従来に比べ、約 200 分の 1 まで低減できることがわかった。

【0033】

(効果)

以上より、本実施例によると、燃料充填領域を冷却ガスが通過する際の圧力損失が全圧に対して約 0.05% となり、従来のペブルベッド型高温ガス炉では全圧に対して約 10% の圧力損失であったため、約 200 分の 1 まで圧力損失を低減可能である。また、全圧に対する圧力損失の割合 1% は熱効率に約 0.5% の寄与があることが知られており、本実施例により、ペブルベッド型高温ガス炉の熱効率を 5% 程度向上させることができる。

【0034】

また、冷却ガスを水素製造の熱化学プラントの熱源として利用する場合、950℃以上の高温を必要とされる一方で、水素製造反応には冷却ガスの圧力を低くする必要があり、従来のペブルベッド型高温ガス炉では冷却ガスが環状炉心を通過する際の圧力損失が大きいことから、困難であったが、本実施例におけるペブルベッド型高温ガス炉では、冷却ガスが燃料充填領域を通過する際の圧力損失を

低く抑えることが可能なため、水素製造の反応速度を上げて収率を高め、経済性を向上させることができる。

【0035】

また、冷却ガス流出スリットにおける冷却ガスの温度分布を、均一にすることが可能なため、構造材の耐熱温度に近い高温の冷却ガスを供給することができ、発電やプラントに熱を供する場合の熱効率を高めることができる。

【0036】

[第2実施例]

図4は、本発明に係る、ペブルベッド型高温ガス炉の第2実施例を模式的に表した図である。初めに、本実施例のペブルベッド型高温ガス炉の構成について説明する。

【0037】

図4に示した、ペブルベッド型高温ガス炉は、コンクリート等から作られた外殻压力容器1bと、冷却ガスを後記する燃料充填領域4bに流入させるために冷却ガス流入スリット9bが開けられた外側黒鉛円筒2bと、冷却ガスを燃料充填領域4bから流出させるために冷却ガス流出スリット10bが開けられた内側黒鉛円筒2bと、外側黒鉛円筒4bと内側黒鉛円筒2bにより区画され、球状燃料（ペブル燃料）が円筒状に充填されたペブルベッド型高温ガス炉の環状炉心である燃料充填領域4bと、外殻压力容器1bと外側黒鉛円筒2bに挟まれ、最上部でつながった二重環状の空間であり、冷却ガスが一旦最上部まで上昇した後、反転されて下方に流れながら冷却ガス流入スリット9bを通して燃料充填領域4bに流入する流路となっている環状冷却ガス流路5bと、内側黒鉛円筒3bの内側の円柱状の空間であり、冷却ガス流出スリット10bを通して燃料充填領域4bから流出した冷却ガスが下方に流れる流路となっている内側冷却ガス流路6bと、二重環である環状冷却ガス流路5bの外側の流路の最下部に接続された冷却ガス入口配管7bと、内側冷却ガス流路の最下部に接続された冷却ガス出口配管8bと、から主に構成されている。

【0038】

また、冷却ガス入口配管7bと冷却ガス出口配管8bは図示しないガスタービ

ン設備や、熱化学プラント等に接続されて、ペブルベッド型高温ガス炉で発生する熱を供給している。

【0039】

(冷却ガスの流れ)

次に、図4を参照して冷却ガスの流れを詳しく説明する。冷却ガス入口配管7bから外殻圧力容器内1bに流入した冷却ガスは、一旦、冷却ガス供給流路5bの外側の流路を上昇し、最上部で反転して冷却ガス供給流路5bの内側の流路を下降しつつ、外側黒鉛円筒2bに設けられた冷却ガス流入スリット9bを通して燃料充填領域4bに入る。燃料充填領域4bで球状燃料の空隙を通過しながら反応熱を吸収し、昇温されて内側黒鉛円筒3bに設けられた冷却ガス流出スリット10bから流出した冷却ガスは、内側冷却ガス流路6bに流入し、下降しながら集められて冷却ガス出口配管8bから、図示しないガスタービン設備や熱化学プラントの熱源に給されることとなる。

【0040】

本実施例において冷却ガス流入スリット9bと冷却ガス流出スリット10bのスリット幅の間隔は第1実施例と異なるが、同様に冷却ガス流出スリット10bから流出する冷却ガスの温度を、高さ方向においてほぼ一定に保つことができ、図5に示した従来のペブルベッド型高温ガス炉に対して、第1実施例と同様に圧力損失を大幅に減少させることが可能である。第1実施例に比べると、新たに環状冷却ガス流路5bを二重にする必要があるが、環状冷却ガス流路5bから出力密度の高い炉心上部までの距離が第1実施例と比較して短いため、炉心上部において冷却ガスの圧力を高く維持することが可能であり、第1実施例と比較して小さなスリット幅で必要流量が確保できる。

【0041】

(効果)

以上より、本実施例によると第1実施例の効果にあわせて、炉心の出力密度の大きな炉心上部において、冷却ガスの圧力が高いため、狭いスリット幅でも必要な冷却材流量が確保できるので、効率のよい冷却ガスの供給が可能であり、スリット幅の設定が容易となる。

【 0 0 4 2 】

なお、第 1 実施例及び第 2 実施例において、シミュレーションのために、冷却ガス流入スリット及び冷却ガス流出スリットを 5 段に備え、その高さ方向の開口長さを調整することで、燃料充填領域から内側冷却ガス流路に流出する冷却ガスの温度を均一にする例について説明したが、本発明はこれらのスリットの数や形状に限定されるものではなく、スリット形状は、例えば、その高さに応じて同径のパンチングの穴の数を調整して構成することも可能である。

【 0 0 4 3 】

また、本実施例では黒鉛円筒のスリットを炉心中心から放射状に開ける構成としたが、冷却ガスが螺旋状に炉心に流入するように、スリットを炉心の中心からずらした方向に開ける構成としてもよい。このような外側黒鉛円筒と内側黒鉛円筒と燃料充填領域の構成を図 6 に示した。図 6 を参照すると、外側黒鉛円筒 2 a' に設けられた冷却ガス流入スリット 1 0 a' は、高温ガス炉の中心から一定の角度をつけて燃料充填領域 4 a' に冷却ガスを供給することが可能である。また、スリット形状の開口は同径のパンチングの穴となっており、最上部から 3 分の 1 高さのところでパンチングの穴の密度が最も密になっていることがわかる。

【 0 0 4 4 】**【発明の効果】**

以上の構成と作用からなる本発明によれば、以下の効果を奏する。冷却ガスを冷却ガス流入スリットから冷却ガス流出スリットに水平方向に流すことが可能となり、流路断面積が増加するとともに、炉心内の流れの距離が短縮され、炉心における冷却ガスの圧力損失を大幅に減少することができる。

【 0 0 4 5 】

また、冷却ガス流入スリットから流入する冷却ガスを、炉心の高さ方向の出力分布に合わせて、流量調整を行うことができ、冷却ガス流出スリットから流出する冷却ガスの温度を均一にすることができるため、ペブルベッド型高温ガス炉の出口から流出する冷却ガスの温度を耐熱温度付近まで最大限上昇させることができる。

【 0 0 4 6 】

また、出力密度の高い炉心上部において、冷却ガスの圧力を高く維持することが可能であり、冷却ガス流入スリットから流入する冷却ガスの流量を効率的に炉心に導入することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例におけるペブルベッド型高温ガス炉の（a）縦断面図と（b）断面図である。

【図2】第1実施例におけるペブルベッド型高温ガス炉の高さ方向の出力密度分布を表すグラフである。

【図3】第1実施例における冷却ガス流入スリット、冷却ガス流出スリットを説明する（a）断面図と、外側黒鉛円筒の（b）側面図である。

【図4】第2実施例におけるペブルベッド型高温ガス炉の（a）縦断面図と（b）断面図である。

【図5】従来のペブルベッド型高温ガス炉の（a）縦断面図と（b）断面図である。

【図6】炉心中心方向に角度をつけて設けられた冷却ガス流入スリットを説明する（a）断面図と、外側黒鉛円筒の（b）側面図である。

【符号の説明】

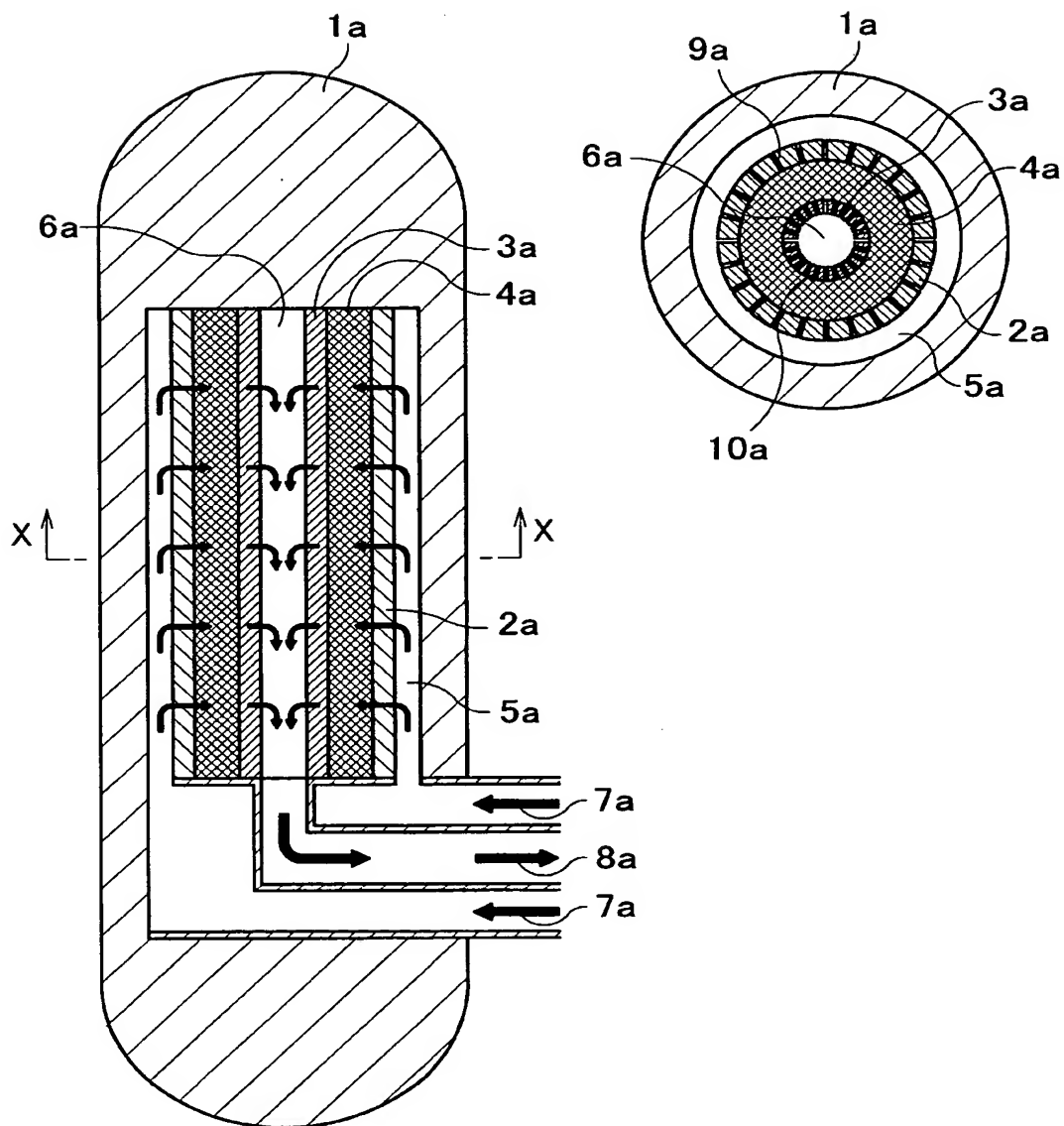
1 a、1 b、1 c	外殻圧力容器
2 a、2 b、2 c、2 a'	外側黒鉛円筒
3 a、3 b、3 c、3 a'	内側黒鉛円筒
4 a、4 b、4 c、4 a'	燃料充填領域
5 a、5 b、5 c、	環状冷却ガス流路
6 a、6 b、6 a'	内側冷却ガス流路
7 a、7 b、7 c	冷却ガス入口配管
8 a、8 b、8 c	冷却ガス出口配管
9 a、9 b、9 a'	冷却ガス流入スリット
10 a、10 b、10 a'	冷却ガス流出スリット

【書類名】 図面

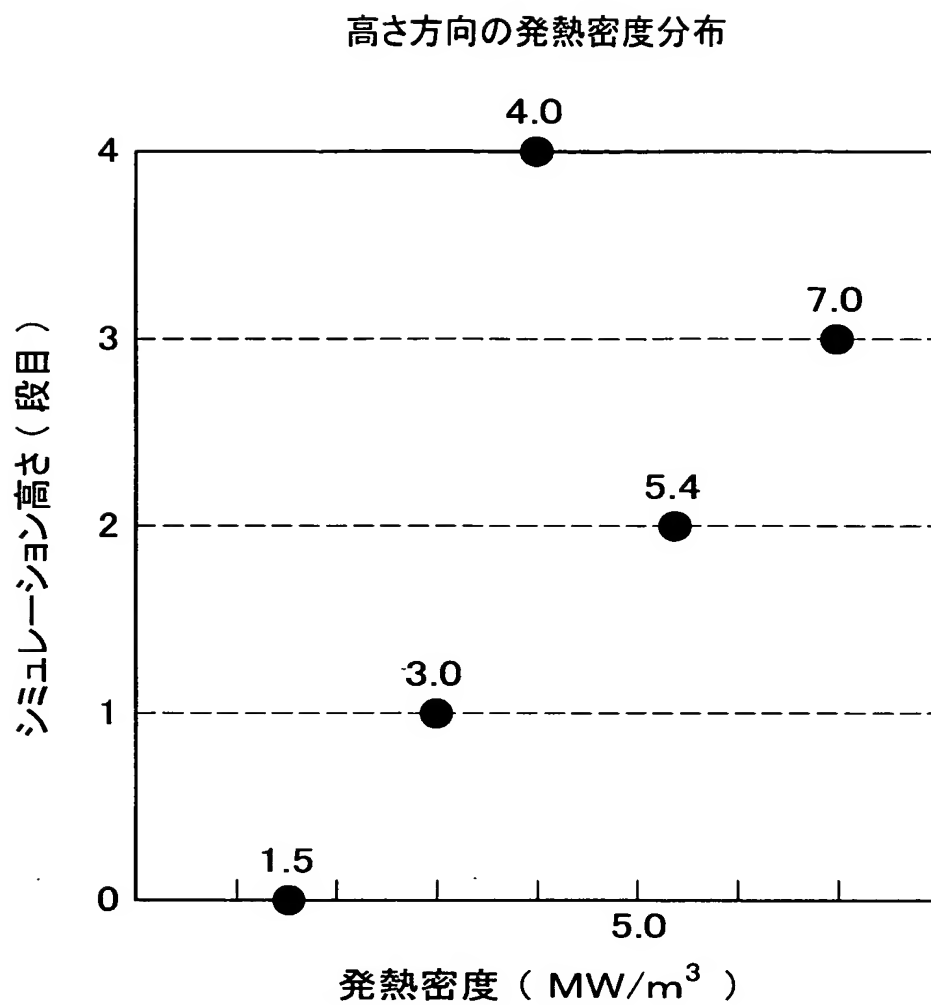
【図 1】

(a)

(b)

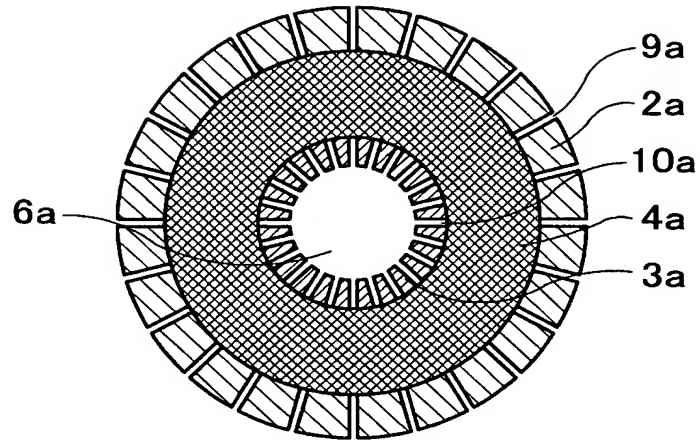


【図 2】

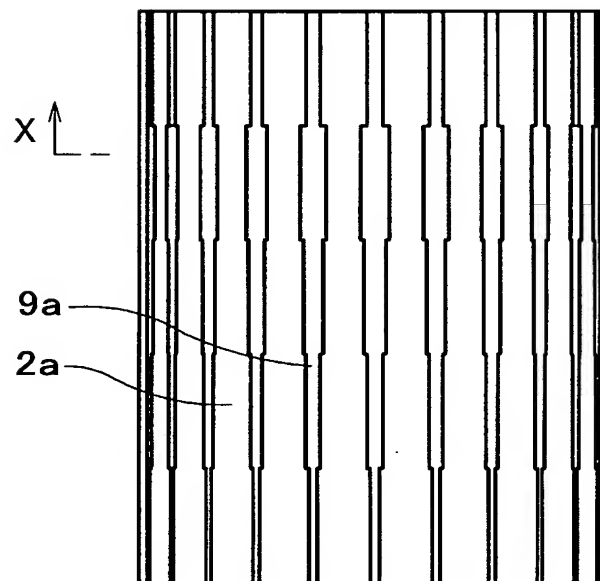


【図 3】

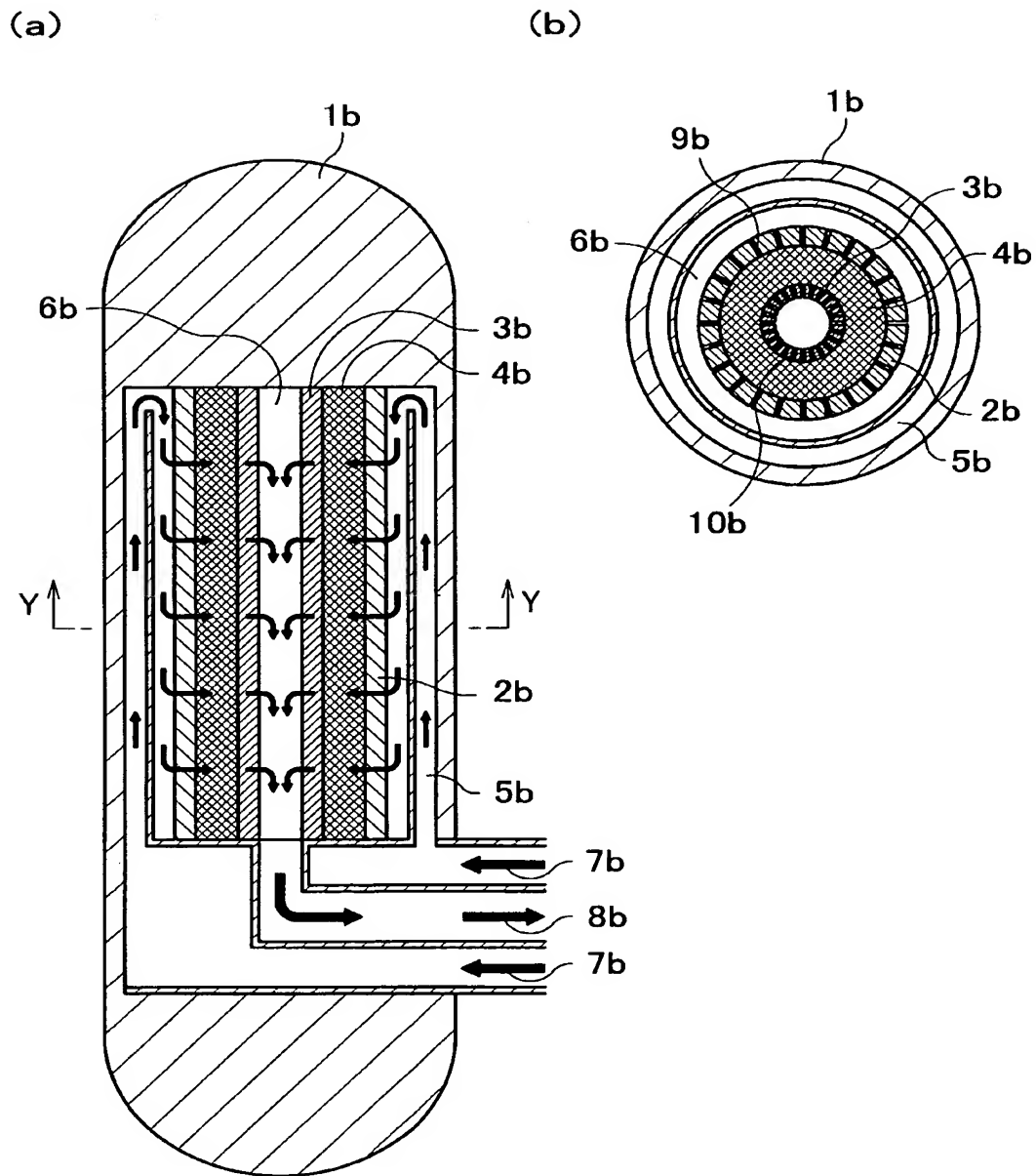
(a)



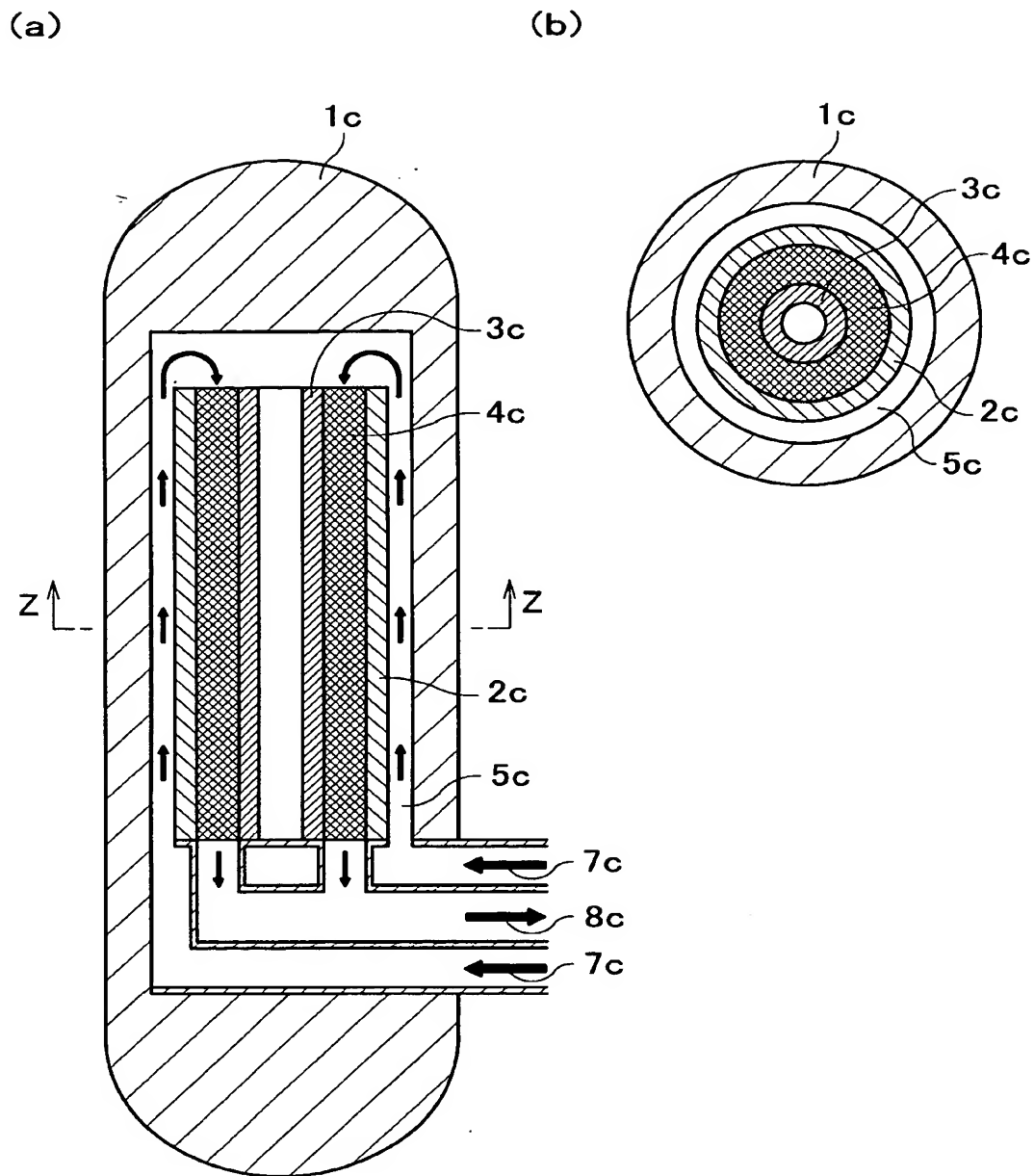
(b)



【図 4】

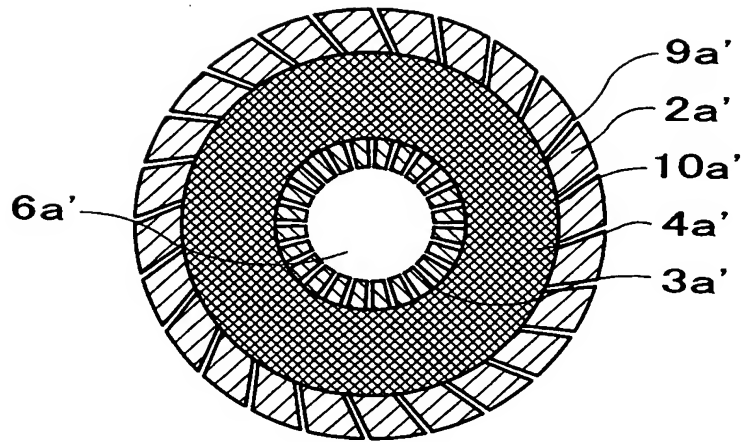


【図 5】

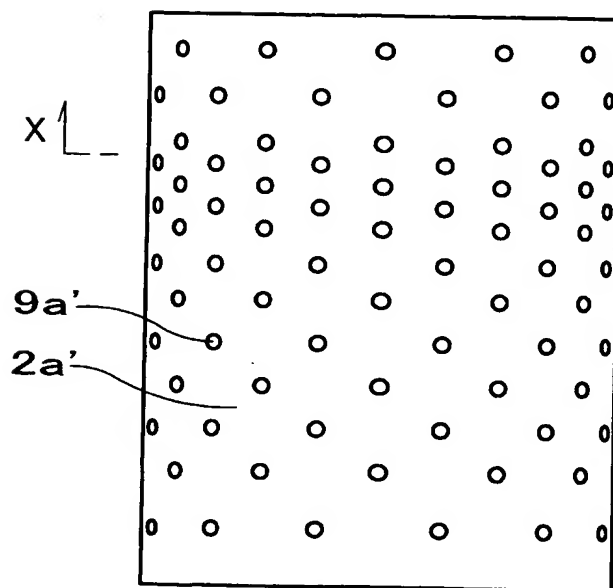


【図 6】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 環状炉心を有するペブルベッド型高温ガス炉において、前記環状炉心における冷却ガスの圧力損失が、全圧力損失の約 1 0 パーセントに相当し、システムの熱効率を低下させる原因となっていた。

【解決手段】 環状炉心の外側を覆う外側黒鉛円筒に設けられた、冷却ガスを環状炉心に流入させる冷却ガス流入スリットと、環状炉心の内側を覆う内側黒鉛円筒に設けられた、冷却ガスを環状炉心から流出させる冷却ガス流出スリットと、外側黒鉛円筒の外側に設けられ、最下部において冷却ガスの流入配管が接続された環状冷却ガス流路と、内側黒鉛円筒の内側に設けられ、最下部において冷却ガスの流出配管が接続された内側冷却ガス流路と、から構成される炉心冷却構造を圧力損失低減の解決手段とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 8 6 7 1 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 1 0 1 2 3 1 6]

1. 変更年月日	1 9 9 1 年 1 月 2 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都目黒区大岡山 2 丁目 1 2 番 1 号
氏 名	東京工業大学長